

553,692

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関  
国際事務局



(43)国際公開日  
2005年1月6日 (06.01.2005)

PCT

(10)国際公開番号  
WO 2005/001974 A1

(51)国際特許分類<sup>7</sup>: H01M 8/04, 8/00, F02C 6/00, 7/143

KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町三丁目1番1号 Hyogo (JP).

(21)国際出願番号: PCT/JP2004/009130

(72)発明者; および

(22)国際出願日: 2004年6月29日 (29.06.2004)

(75)発明者/出願人(米国についてのみ): 田中一雄 (TANAKA, Kazuo) [JP/JP]; 〒6550885 兵庫県神戸市垂水区泉ヶ丘4-1-4-455 Hyogo (JP). 原田英一 (HARADA, Eiichi) [JP/JP]; 〒6750055 兵庫県加古川市東神吉町西井ノ口690-32 Hyogo (JP). 庄司恭敏 (SHOJI, Takatoshi) [JP/JP]; 〒6530805 兵庫県神戸市長田区片山町1-8-5 Hyogo (JP). 北嶋潤一 (KITAJIMA, Junichi) [JP/JP]; 〒6730844 兵庫県明石市東野町9-1-706 Hyogo (JP). 山下誠二 (YAMASHITA, Seiji) [JP/JP]; 〒6512272 兵庫県神戸市西区狩場台1-50-45 Hyogo (JP).

(25)国際出願の言語: 日本語

(26)国際公開の言語: 日本語

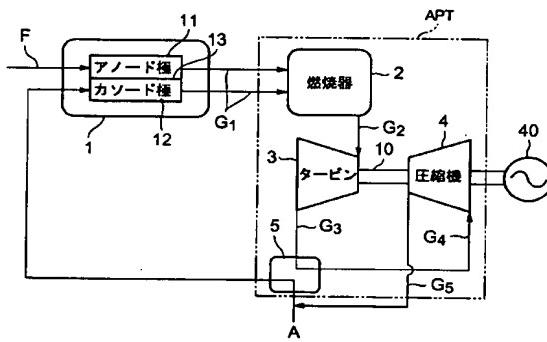
(30)優先権データ:  
特願2003-186933 2003年6月30日 (30.06.2003) JP  
特願2004-062096 2004年3月5日 (05.03.2004) JP

(71)出願人(米国を除く全ての指定国について): 川崎重工業株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI

(続葉有)

(54)Title: FUEL CELL/CONSTANT PRESSURE TURBINE/HYBRID SYSTEM

(54)発明の名称: 燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステム



2...COMBUSTOR      11...ANODE POLE  
3...TURBINE          12...CATHODE POLE  
4...COMPRESSOR

WO 2005/001974 A1

(57)Abstract: A fuel cell/constant pressure turbine/hybrid system which is capable of making effective use of the heat energy of exhaust gas from a constant pressure high temperature type fuel cell, which makes it unnecessary to use a separate protective device for emergency, and which is capable of reducing cost by using structural and piping materials which are light in weight and easy to process. The system comprises a combustor (2) for burning exhaust gas (G1) discharged from a constant pressure high temperature type fuel cell (1), a turbine (3) for burning substantially constant pressure combustion gas (G2) discharged from the combustor (2) to cause the combustion gas (G2) to expand to a negative pressure, a compressor (4) for increasing the pressure of exhaust gas (G3) from the turbine (3), and a heat exchanger (5) for heat exchange between the high temperature exhaust gas (G3) from the turbine (3) and low temperature air (A) supplied to the fuel cell (1).

(57)要約: 常圧・高温型の燃料電池からの電池排ガスの熱エネルギーを有効利用できるとともに、緊急時の保護装置を別途必要とすることなく、しかも、構造材料や配管材料として軽量で加工容易なものを用いて、コストの低減を図ることができる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムを提供する。常圧・高温型の燃料電池1から排出される

(続葉有)



- (74) 代理人: 吉武 賢次, 外(YOSHITAKE, Kenji et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号富士ビル323号 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:  
— 國際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

### 燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステム

#### 技術分野

[0001] 本発明は、常圧・高温型の燃料電池と常圧タービンとを組み合わせて効率的な発電を行う燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムに関する。

#### 背景技術

[0002] 従来、この種のハイブリッドシステムとして、高圧型燃料電池と、発電機を駆動するガスタービンとを組み合わせたものが知られている(特許文献1、2参照)。

特許文献1 特開平8-45523号公報(図1および全文)

特許文献2 特開平10-12255号公報(図1および全文)

[0003] しかし、従来のハイブリッドシステムは、加圧側へ動作するガスタービンと、その圧縮機出口圧力と同等または高い圧力で運転される高圧型の燃料電池が使用されているため、次のような問題がある。つまり、ハイブリッドシステムの全体を小型化するとき、小型のガスタービンに対して大容量の高温高圧容器の中に燃料電池を格納するので、緊急時のシャットダウン処理などを適切に行って、高温高圧ガスを速やかに系外に放出するための保護装置が必要となり、小型システムにおいてはコスト負担が大きくなる。また、緊急停止時の差圧変動を燃料電池の構造強度上の許容範囲内に収めるシステム構成や制御技術が必要となるので、さらなるコスト増大を招く。さらに、前記高温高圧の容器や高温高圧配管を用いる必要があるので、システム全体のコストが増大する。

#### 発明の開示

[0004] そこで、本発明は、高温型の燃料電池から排出される電池排ガスの熱エネルギーを有効利用でき、しかも、緊急時の保護装置などを別途必要とすることのない簡易な構造の燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムを提供することを目的とする。

[0005] 上記目的を達成するため、本発明の第1構成にかかる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムは、常圧・高温型の燃料電池から排出される電池排ガスを燃焼させる燃焼器と、前記燃焼器からの燃焼ガスを負圧にまで膨張させるタービンと、前記タ

タービンからの排気を昇圧する圧縮機と、前記タービンからの高温の排気と燃料電池に供給される低温の空気との間で熱交換する熱交換器とを備えている。ここで、常圧とは、システムの設置環境の圧力を言い、負圧とはそれよりも低い圧力を言う。

- [0006] 前記燃料電池において、燃料と空気が電解質を介して反応することにより電力が発生し、このとき生成される高温の電池排ガスが燃焼器に送られて燃焼される。燃焼器からのほぼ常圧の燃焼ガスはタービンに送られて、このタービンが駆動される。前記燃焼ガスは、タービンを通過することにより負圧にまで膨張し、この膨張した排気が圧縮機に送られて昇圧される。前記タービンにおいて膨張した排気は、前記熱交換器に送られて燃料電池に供給される低温の空気と熱交換され、低温となった排気が前記圧縮機へと送られるので、圧縮効率が高められてガスタービンの効率が向上する。一方、熱交換により高温となった空気が燃料電池に送られ、その発電効率が高められる。以上のように、常圧・高温型の燃料電池と常圧タービンとを組み合わせているから、燃料電池からの高温の電池排ガスの熱エネルギーを有効利用しながら、システム全体に高い圧力が発生することがなく、したがって、従来の緊急時の保護装置などを別途必要とせず、しかも、構造材料や配管材料として軽量で加工容易なものを用いて、コストを低減することができる。
- [0007] 前記圧縮機からの排気は、前記燃料電池に供給される空気に混入させることが好ましい。このようにすれば、特に後述するMCFC型(Molten Carbonate Fuel Cell:溶融炭酸塩型)の燃料電池を用いる場合、従来、リサイクルプロア等によって高圧型の燃料電池に加圧再循環していた排気を、極めて動力の少ない送風機等によって供給できるため、カソード反応率が低い運転条件においても、カソードの二酸化炭素分圧を容易に高められ、発電効率を向上させることができる。
- [0008] 前記熱交換器の下流側には、その排気を冷却して圧縮機に供給する冷却器を配置することが好ましい。この構成によれば、熱交換器からの排気が冷却器により冷却されて圧縮機に送られるので、この圧縮機の効率が高められてガスタービンの効率が向上する。
- [0009] 本発明の一実施形態では、前記圧縮機には、これと同軸上に圧縮機からの排気を圧縮する第二圧縮機を設け、この第二圧縮機に供給される排気を冷却する第二冷

却器を設けている。この構成によれば、各圧縮機に供給される排気がそれぞれの冷却器により冷却されるので、各圧縮機の圧縮効率が高められてガスタービンの効率がより向上する。ここで、同軸上とは同一回転軸に結合することを言う。

- [0010] 本発明の他の実施形態では、前記タービンを出た排気から熱回収して蒸気を生成する蒸発器と、その蒸気を用いて燃料を改質して前記燃料電池に供給する改質器とを設けている。この構成によれば、前記蒸発器で生成する蒸気により、つまりシステムの排熱により、燃料が改質される。例えば燃料として天然ガスを使用した場合、これを、COとH<sub>2</sub>を大量に含む、燃料電池の燃料として良質なガスに改質できる。
- [0011] 本発明のさらに他の実施形態では、燃料電池に供給される空気の一部を導入する空気導入分岐通路が設けられる。この構成によれば、燃料電池に供給される空気の量が多すぎるとき、この空気の一部が導入分岐通路を経て燃焼器にバイパスされる。つまり、前記燃料電池の上流側の熱交換器に、前記タービンからの排気を十分に冷却するために、燃料電池で必要とする以上の量の空気を送った場合に、その余分の空気を前記導入分岐通路から燃焼器にバイパスさせて、この燃焼器で燃料電池からの電池排ガスとともに燃焼させる。
- [0012] 前記燃焼器には、電池排ガスとは別の燃料を供給する燃料供給器を設けることができる。この構成によれば、前記燃焼器において燃焼供給器からの燃料を燃焼させることにより、前記電池排ガスの燃焼温度を制御できるので、タービン出力の制御が容易に行える。
- [0013] 本発明のさらに他の実施形態では、前記タービンを第一タービンとし、これと同軸上に第二タービンを設け、これら第一タービンと第二タービンとの間に、第二タービンからの排気に燃料を供給して燃焼させて第一タービンに供給する第二燃焼器を設け、第一タービンからの排気を前記熱交換器に供給する。この構成によれば、第二燃焼器により第二タービンからの排気が燃焼されて、高温の排気が第一タービンに送られるため、この第一タービンの出力が向上する。
- [0014] また、本発明の第2構成にかかる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムは、常圧・高温型の燃料電池から排出される電池排ガスを燃焼させる燃焼器と、前記燃焼器から排出されるほぼ常圧の燃焼ガスを負圧にまで膨張させるタービンと、タービ

ンからの排気を昇圧し、前記燃料電池に供給する圧縮機と、空気を前記燃焼器に供給する空気供給通路とを備えている。

- [0015] このハイブリッドシステムにおいては、前記第1構成のハイブリッドシステムと同様に、常圧・高温型の燃料電池と常圧タービンとを組み合わせているから、燃料電池からの高温の電池排ガスの熱エネルギーを有効利用しながら、システム全体に高い圧力が発生することがなく、したがって、従来の緊急時の保護装置などを別途必要とせず、しかも、構造材料や配管材料として軽量で加工容易なものを用いて、コストを低減することができる。また、タービンからの排気が圧縮機で昇圧されて燃料電池に供給されるので、循環プロワなどを必要とすることなく、排気の熱エネルギーを燃料電池で有効利用できる。さらに、特にMCFC型(Molten Carbonate Fuel Cell:溶融炭酸塩型)ではカソードに多量のCO<sub>2</sub>を必要とするが、前記排気によりCO<sub>2</sub>が供給されるので、燃料電池の発電効率が向上する。しかも、空気供給通路から空気を燃焼器に供給することにより、この燃焼器での酸素量を増大させて燃焼効率を高められる。
- [0016] 本発明の他の実施形態では、さらに、前記圧縮機からの排気とタービンからの排気との間で熱交換を行う排気熱交換器を備えている。この構成によれば、タービンから排出される高温の排気が、排気熱交換器により熱交換されて低温の排気となって圧縮機の入口側に供給される。これにより、圧縮機での圧縮動力が低減されてタービン効率が高められる。また、圧縮機から排出される排気は、排気熱交換器においてタービンから排出される高温の排気により昇温され、この昇温された排気が燃料電池に供給されるので、燃料電池での発電効率がさらに向上する。
- [0017] 本発明の一実施形態では、さらに、前記空気供給通路から分岐して空気の一部を前記燃料電池に供給する電池用空気通路を備えている。この構成によれば、前記空気供給通路を通る空気の一部が電池用空気通路から燃料電池に供給されるので、この燃料電池の発電効率が高められる。
- [0018] 本発明の他の実施形態では、さらに、前記空気供給通路と電池用空気通路の分岐点に両通路への空気分配量を調整する調整弁を備えている。この構成によれば、燃料電池の種類や容量に応じた空気の供給が行えて、燃料電池の効率を高められる。例えばSOFC型(Solid Oxide Fuel Cell:固体酸化物型)の燃料電池を用いる場合、そ

のカソードは、多量の炭酸ガスは必要としないが、多くの酸素を必要とするので、前記調整弁の調整により多くの空気を燃料電池に供給する。一方、MCFC型の燃料電池を用いる場合は、カソードが多量の炭酸ガスを必要とするので、前記調整弁の調整により空気の供給を停止または少なくして、前記圧縮機により昇圧されて燃料電池に送られる排気の濃度を高くする。

[0019] 以上のように、本発明の燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムによれば、常圧・高温型の燃料電池からの電池排ガスの熱エネルギーを有効利用できるとともに、従来のように緊急時の装置などを別途必要とすることなく、しかも、構造材料や配管材料として軽量で加工容易なものを用いて、コストの低減を図ることができる。

#### 図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明の第1実施形態にかかる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムを示すブロック図である。

[図2]第2実施形態のハイブリッドシステムを示すブロック図である。

[図3]第3実施形態のハイブリッドシステムを示すブロック図である。

[図4]第4実施形態のハイブリッドシステムを示すブロック図である。

[図5]第5実施形態のハイブリッドシステムを示すブロック図である。

[図6]第6実施形態のハイブリッドシステムを示すブロック図である。

[図7]第7実施形態のハイブリッドシステムを示すブロック図である。

[図8]第8実施形態のハイブリッドシステムを示すブロック図である。

[図9]第9実施形態のハイブリッドシステムを示すブロック図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

[0021] 以下、本発明の好ましい実施形態について図面を参照しながら説明する。

図1は本発明の第一実施形態にかかる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムを示すブロック図である。このハイブリッドシステムは、常圧・高温型の燃料電池1と、これから排出されるほぼ常圧の電池排ガスG1を燃料とする常圧タービンAPTとを組み合わせている。常圧タービンAPTは、燃料電池1から排出される電池排ガスG1を燃焼させる燃焼器2と、その燃焼ガスG2を負圧にまで膨張させるタービン3と、このタービン3が発生する動力により駆動されて、タービン3からの排気G3を昇圧する圧

縮機4と、前記タービン3からの高温の排気G3と燃料電池1に供給される環境からの低温の空気Aとの間で熱交換する熱交換器5とを備えている。常圧タービンAPTは一軸型であり、タービン3と圧縮機4は同一回転軸10に結合され、さらに、この回転軸10に、負荷である発電機40が結合されている。常圧タービンAPTを二軸型として、第1軸でタービン3と圧縮機4を連結し、第2軸でタービン3と発電機40を連結することもできる。

- [0022] 図1の第1実施形態では、燃料電池1としてMCFC型(Molten Carbonate Fuel Cell: 溶融炭酸塩型)のものを用いており、アノード極11とカソード極12およびこれらの間に設けられた電解質層13を有し、前記アノード極11に供給される常圧の燃料Fから発生するCO, H<sub>2</sub>と前記カソード極12に供給される常圧の空気A中の酸素とを前記電解質層13を介して反応させることにより、電力が発生する。燃料Fとして、例えば天然ガスが用いられる。
- [0023] 前記燃料電池1から排出される未反応ガスや余った空気を含む常圧・高温の電池排ガスG1は、燃焼器2に送られて燃焼し、その燃焼ガスG2がタービン3に送られて、このタービン3を駆動し、その発生動力により圧縮機4と発電機40が駆動される。また、前記燃焼ガスG2はタービン3を通過することより負圧にまで膨張し、この膨張した負圧・中温の排気G3が前記熱交換器5に送られて、燃料電池1に供給される低温の空気Aと熱交換される。空気Aとの熱交換により低温となった排気G4は前記圧縮機4へと送られ、ここで常圧にまで昇圧される。このとき、排気G4は低温となっているから、圧縮機4での圧縮効率が高められて常圧タービンAPTの効率が向上する。一方、前記熱交換器5で高温となった空気Aは、燃料電池1のカソード極12に供給され、空気A中の酸素が酸化剤となって燃料Fの成分と反応するときの化学反応が促進される結果、発電効率が高められる。前記圧縮機4からの排気G5は、前記燃料電池1に供給される空気Aに混入される。
- [0024] 上記構成において、前記燃料電池1として常圧・高温型のものを用い、常圧タービンAPTとして常圧型のものを用いているから、燃料電池1からの高温の電池排ガスG1の熱エネルギーを常圧タービンAPTで有効利用できる。さらに、システム全体に高い圧力が発生することがないので、従来の緊急時の保護装置などを別途必要とする

ことがなく、しかも、燃料電池1および常圧タービンAPTの構造材料や配管材料として、軽量で加工容易なものを用いることができるから、コストの低減が図れる。

[0025] また、圧縮機1からの排気G5が燃料電池1に供給される空気Aに混入されているから、従来、リサイクルプロア等によって高圧型の燃料電池に加圧再循環していた排気G5を、極めて動力の少ない送風機等によって常圧型の燃料電池1に供給できるため、カソード反応率が低い運転条件においても、カソード極12の二酸化炭素分圧を容易に高められ、発電効率を向上させることができる。また、本発明では、SOFC型の燃料電池(Solid Oxide Fuel Ce11:固体酸化物型)を使用することも可能であるが、その場合、前記排気G5は空気Aに混入することなく、直接系外に排出される。

[0026] 図2は第2実施形態にかかる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムを示している。このハイブリッドシステムは基本的には図1の第1実施形態と同様であって、第1実施形態に対し、前記熱交換器5と圧縮機4との間に水噴霧型の冷却器6を追加している。この構成によれば、前記冷却器6において熱交換器5を出た排気G4に水が噴霧されて冷却され、水分を含んだ排気G6となって圧縮機4へと送られ、この圧縮機4内において、排気G6中の水分の蒸発潜熱により排気G6が冷却されて低温化される。このため、圧縮機4の圧縮効率が高められて、常圧タービンAPTの効率が向上する。

[0027] 図3は、第3実施形態にかかる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムを示している。このハイブリッドシステムは、図2の第2実施形態に対し、さらに、前記圧縮機4を第一圧縮機とし、この第一圧縮機4と同一回転軸10上に第二圧縮機41を結合し、これら第一圧縮機4と第二圧縮機41の間に、第一冷却器6とは別に、圧縮機4からの排気G7を冷却する水噴霧型の第二冷却器61を追加している。この構成によれば、前記第二冷却器61において圧縮機4を出た排気G7に水が噴霧されて冷却され、水分を含んだ排気G8となって第二圧縮機41に送られ、この第二圧縮機41内において、排気G8中の水分の蒸発潜熱により排気G8が冷却されて低温化される。また第二圧縮機41を通過した排気G9は、前記空気Aに混入されて、燃料電池1での酸素の運搬媒体となる二酸化炭素が回収されてカソード極12に供給される。このように、2つの圧縮機4, 41に供給される排気G6, G8がそれぞれ2つの冷却器6, 61によ

って冷却されるから、各圧縮機4, 41の圧縮効率が高められて、常圧タービンAPTの効率が向上する。

- [0028] 図2および図3に示した冷却器6, 61として、水噴霧器からなる直接型に代えて、容器内に冷却水管を配置した間接型の冷却器を用いることもできる。
- [0029] 図4は、第4実施形態にかかる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムを示している。このハイブリッドシステムは、図1の第1実施形態に対して、タービン3の下流側に、その排気G3から熱回収して蒸気を生成する蒸発器7を接続し、この蒸発器7で生成した蒸気Sを用いて前記燃料電池1の天然ガスのような燃料Fを分解して改質する改質器8を追加している。この構成によれば、前記蒸発器7で生成された蒸気Sにより前記燃料FがCO, H<sub>2</sub>などに分解改質されて燃料電池1に供給される。つまりハイブリッドシステムの排熱を利用して燃料Fの改質を行うことができる。
- [0030] 図5は、第5実施形態にかかる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムを示している。このハイブリッドシステムは、図1の第1実施形態に対して、前記燃焼器2の上流側に、燃料電池1に供給される空気Aの一部を導入する空気導入分岐通路9を追加している。この構成によれば、燃料電池1に供給される空気Aの量が過大であるとき、この空気Aの一部が、燃料電池1をバイパスし、導入分岐通路9を経て燃焼器2に直接供給される。つまり、前記燃料電池1の上流側の熱交換器5には、前記タービン3からの排気G3を十分に低温化するために、燃料電池1で必要とする以上の量の空気Aが供給されており、この余分の空気Aを前記導入分岐通路9から燃焼器2にバイパスさせて、燃焼器2で燃料電池1からの電池排ガスG1とともに燃焼させる。
- [0031] 図6は、第6実施形態にかかる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムを示している。このハイブリッドシステムは、図1の第1実施形態に対して、前記燃焼器2に気体または液体の燃料F1を供給する噴射ノズルのような燃料供給器20を追加している。この構成によれば、前記燃焼器2において燃料供給器20からの燃料F1を燃焼させることにより、前記電池排ガスG1の燃焼温度、つまりタービン3に供給される排気G2の温度を制御することができるので、タービン出力の制御が容易に行える。例えば、前記燃焼器2で十分な温度上昇が得られないようなとき、前記燃料供給器20からの燃料F1で追い焚きすることにより、前記タービン3に供給される排気G3の温度を

上昇させて、タービン出力を高めることができる。

- [0032] 図7は、第7実施形態にかかる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムを示している。このハイブリッドシステムは、図3の第3実施形態に対し、前記タービン3を第一タービンとし、この第一タービン3と同一回転軸上に第二タービン31を結合するとともに、これら第一タービン3と第二タービン31との間に、気体または液体の燃料F2が供給される第二燃焼器21を追加し、さらに、第一タービン3からの排気G12を熱交換器5に供給するようにしている。この構成によれば、前記第二タービン31からの排気G10が前記第二燃焼器21で燃料F2により燃焼されて、高温の排気G11が前記タービン3に送られる。このため、第一タービン3の出力が向上する。
- [0033] 図8は本発明の第8実施形態にかかる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムのブロック図を示している。このハイブリッドシステムは、図1の第1実施形態と同様に、燃焼器(反応器)2、タービン3および圧縮機4を備えており、圧縮機4の出口と前記燃料電池1のカソード極12との間に排ガス通路50を設けるとともに、前記燃焼器2に環境からの空気A1を供給する空気供給通路51を設けている。
- [0034] 前記タービン3からの排気G3は、圧縮機4により昇圧されて、その排気G22が排ガス通路50から燃料電池1のカソード極12に直接供給される。これにより、循環プロワなどを必要とすることなく、排気G22の熱エネルギーを燃料電池1で有効利用できる。また、特にMCFC型ではカソード12に多量のCO<sub>2</sub>を必要とするが、前記排気G22によりCO<sub>2</sub>が供給されるので、燃料電池1の発電効率が向上する。また、前記空気供給通路51から空気A1が燃焼器2へと供給されることにより、この燃焼器2での酸素量が増大して、燃料電池1からの排ガスG1との反応効率、つまり燃焼効率を高められる。
- [0035] この実施形態では、前記燃料電池1のアノード極11に供給する燃料Fの改質を行う燃料改質器52を設けられている。この燃料改質器52と燃料電池1のカソード極12の下流側との間に排ガス分岐通路53を設け、カソード極12から燃焼器2に供給される高温の排ガスG1の一部G20を燃料改質器52に送って、燃料Fの改質を行うようにしている。
- [0036] また、前記空気供給通路51に供給する空気A1を予熱する空気予熱器54を設ける

とともに、この空気予熱器54と前記燃料改質器52との間に排ガス通路55を設け、空気予熱器54において燃料改質器52からの排ガスG21と熱交換することにより空気A1を予熱して、この予熱した空気A1を空気供給通路51から燃焼器2に供給している。これにより、燃焼器2での燃焼効率がさらに高められる。天然ガスのような燃料Fは、燃料改質器52においてカソード極12からの排ガスG20を利用してCO, H<sub>2</sub>などに分解改質されて燃料電池1に供給される。

- [0037] また、圧縮機4からの排気G3とタービン3からの排気G5との間で熱交換を行う排気熱交換器56を設けている。タービン3から排出される高温の排気G3は、排気熱交換器56により熱交換されて低温化される。さらに、前記排気熱交換器56と圧縮機4との間に水噴霧型の冷却器57が配置されており、排気G4はこの冷却器57で冷却されてより低温化されたのち、圧縮機4に供給される。これにより、圧縮機4での圧縮動力が低減される。また、圧縮機4から排出される排気G5は、排気熱交換器56においてタービン3から排出される高温の排気G3により昇温され、この昇温された排気G22が燃料電池1のカソード極12に供給される。これにより燃料電池1での発電効率がさらに高められる。このとき、前記排気熱交換器56からカソード極12に供給される排気G22の一部を、図8の点線で示すように、前記燃料改質器52に送って、その熱エネルギーを燃料Fの改質に用いるようにしてもよい。
- [0038] 次に、図8の第8実施形態にかかるハイブリッドシステムによる排気の状態変化を具体的な数値を挙げて説明する。下記に示す数値の単位、P(圧力)はbar、T(温度)は°C、G(流量)はkg/hである。なお、下記の数値は、セル発電出力250kW、プラント発電出力300kWの場合を示している。
- [0039] 燃料F(1.08P、32.0T、120G)は、前記燃料改質器52で改質されて燃料電池1のアノード極11に送られ、この燃料電池1での発電に寄与した後にアノード極11から排ガスG1aが、カソード極12からの排ガスG1cとともに燃焼器2に供給されて燃焼される。このとき、燃料改質器52からアノード極11に送られる燃料Fは、1.06P、580T、120G、アノード極11からの排ガスG1aは、1.05P、650T、620G、カソード極12からの排ガスG1cは、1.05P、650T、2500Gである。これらアノード極11およびカソード極12からの排ガスG1a, G1cは燃焼器2に供給され、カソード極12からの排ガスG1cの一

部が排ガス分岐通路53から燃料改質器52に送られて、その熱エネルギーにより燃料の改質に寄与する。燃焼器2に供給される排ガスG1cは、1.04P、650T、1180G、燃料改質器52に送られる排ガスG20は、1.04P、650T、1320Gである。燃焼器2からタービン3に送られる排ガスG2は、0.99P、820T、3000G、タービン3の出口から排出される排ガスG3は、0.33P、600T、3000G、排気熱交換器56から冷却器57を経て圧縮機4に送られる排ガスG4は、0.31P、40.0T、3000G、圧縮機4を出て排気熱交換器56で昇温され、さらに排ガス通路50からカソード極12に送られる排気G22は、1.06P、580T、3000Gである。

[0040] 空気予熱器54に取り入れられる空気A1は、1.01P、25.0T、1200G、前記燃料改質器52を通過して空気A1との熱交換に寄与する排ガスG21は、1.02P、414T、1414G、前記空気供給通路51から燃焼器2に送られる予熱空気A1は、1.00P、400T、1200Gである。これにより、燃料電池1の発電出力250kW、発電効率48.0%LHV、ハイブリッドシステム全体の発電出力300kW、発電効率57.6%LHVという、高出力で高効率の発電システムが得られた。

[0041] 図9は本発明の第9実施形態にかかる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムを示している。燃料電池1はSOFC型である。このハイブリッドシステムは、図8の第8実施形態において、前記空気供給通路51から分岐して空気A1の一部を前記燃料電池1のカソード極12に供給する電池用空気通路58を設けている。また、前記空気供給通路51と電池用空気通路58との分岐点には、両通路51、58への空気分配量を調整する調整弁59が設けられている。

[0042] この構成によれば、前記空気供給通路51を通る空気A1の一部が電池用空気通路58から燃料電池1のカソード極12に供給される。SOFC型のカソード12は、CO<sub>2</sub>を必要としないが、多量のO<sub>2</sub>を必要とするので、酸素量の増大によって発電効率が高められる。また、前記調整弁59を設けることにより、燃料電池1の容量に応じた適切な量の空気の供給が行えて、燃料電池1の効率を高められる。さらに、燃料電池1の種類に応じた空気の供給調整も可能となる。例えば、MCFC型の燃料電池を用いる場合、効率的な発電を行うには多量のCO<sub>2</sub>を必要とするので、前記調整弁59の調整により空気A1の供給を停止または少なくして、前記圧縮機4により昇圧されて排ガス通

路50から送られる排気G22の濃度をできるだけ高くする。一方、SOFC型を用いる場合、CO<sub>2</sub>は不要なので、前記調整弁59を調整してより多くの空気A1を燃料電池1に供給する。なお、前記調整弁59は、必ずしも用いる必要はなく、例えば調整弁59から分岐する前記空気供給通路51の燃焼器2側と電池用空気通路58として径の異なる配管などを用いることにより、燃焼器2と燃料電池1に至るそれぞれの空気量を調整することも可能である。

[0043] 前記各実施形態では、タービン3と圧縮機4とを同一回転軸10で結合しているが、両者は必ずしも軸結合する必要はなく、圧縮機4を、別途設けたモータなどで駆動するようにしてもよい。

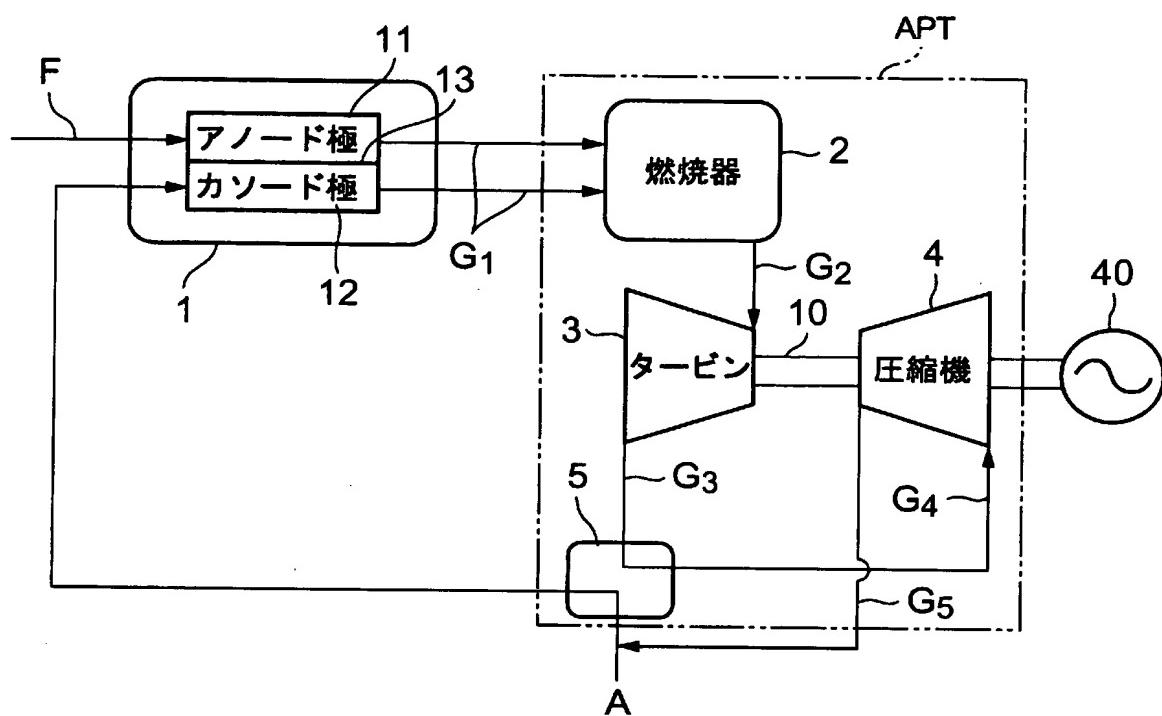
## 請求の範囲

- [1] 常圧・高温型の燃料電池から排出される電池排ガスを燃焼させる燃焼器と、前記燃焼器から排出されるほぼ常圧の燃焼ガスを負圧にまで膨張させるタービンと、前記タービンからの排気を昇圧する圧縮機と、前記タービンからの高温の排気と燃料電池に供給される低温の空気との間で熱交換する熱交換器とを備えたことを特徴とする燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステム。
- [2] 請求項1において、前記圧縮機からの排気を前記低温の空気に混入させる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステム。
- [3] 請求項1において、さらに、前記熱交換器を出た排気を冷却して前記圧縮機に供給する冷却器を備えたことを特徴とする燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステム。
- [4] 請求項1において、さらに、前記圧縮機と同軸に設けられて、圧縮機からの排気を圧縮する第二圧縮機と、この第二圧縮機に供給される排気を冷却する第二冷却器とを備えたことを特徴とする燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステム。
- [5] 請求項1において、さらに、前記タービンを出た排気から熱回収して蒸気を生成する蒸発器と、燃料を前記蒸気を用いて改質して前記燃料電池に供給する改質器とを備えたことを特徴とする燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステム。
- [6] 請求項1において、さらに、前記燃料電池に供給される空気の一部を前記燃焼器に導入する空気導入分岐通路を備えたことを特徴とする燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステム。
- [7] 請求項1において、さらに、前記燃焼器に前記電池排ガスとは別の燃料を供給する燃料供給器を備えたことを特徴とする燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステム。
- [8] 請求項1において、前記タービンを第一タービンとし、さらに、前記第一タービンと

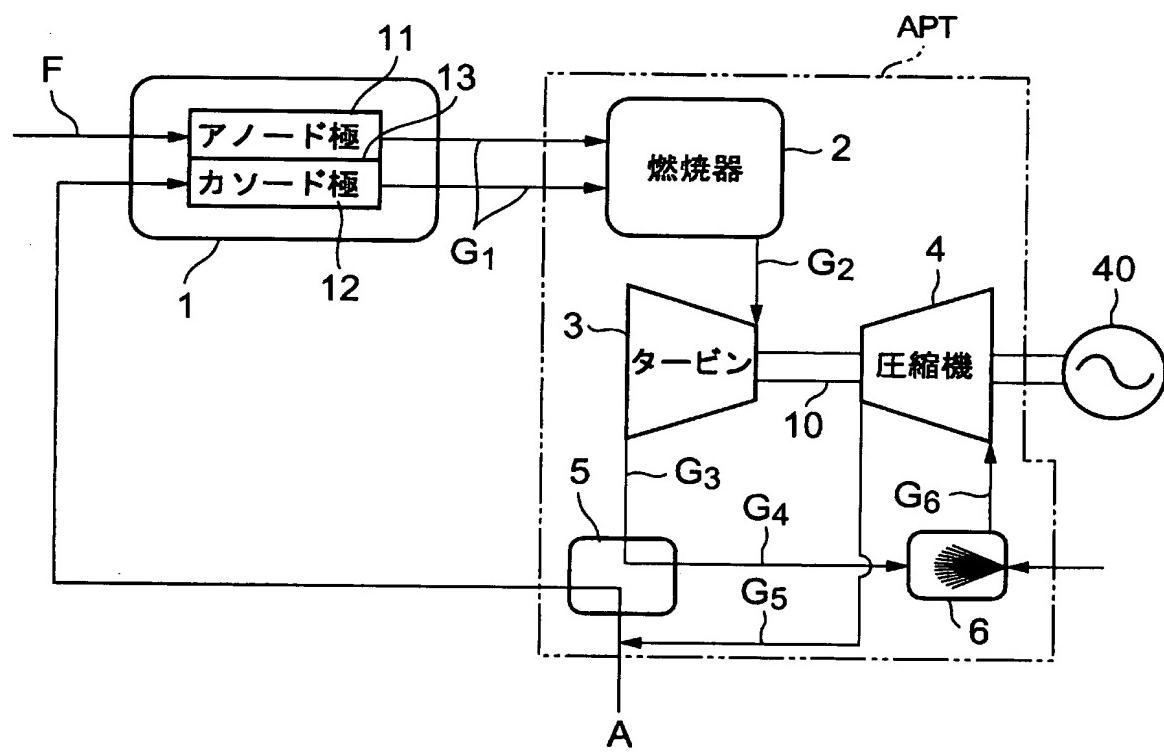
同軸に設けられた第二タービンと、第二タービンからの排気に燃料を供給して燃焼させて前記第一タービンに供給する第二燃焼器とを備え、前記第一タービンからの排気が前記熱交換器に供給されることを特徴とする燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステム。

- [9] 常圧・高温型の燃料電池から排出される電池排ガスを燃焼させる燃焼器と、前記燃焼器から排出されるほぼ常圧の燃焼ガスを負圧にまで膨張させるタービンと、前記タービンからの排気を昇圧し、前記燃料電池に供給する圧縮機と、空気を前記燃焼器に供給する空気供給通路とを備えたことを特徴とする燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステム。
- [10] 請求項9において、さらに、前記圧縮機からの排気とタービンからの排気との間で熱交換を行う排気熱交換器を備えたことを特徴とする燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステム。
- [11] 請求項9において、さらに、前記空気供給通路から分岐して空気の一部を前記燃料電池に供給する電池用空気通路を備えたことを特徴とする燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステム。
- [12] 請求項11において、さらに、前記空気供給通路と電池用空気通路の分岐点に両通路への空気分配量を調整する調整弁を備えたことを特徴とする燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステム。

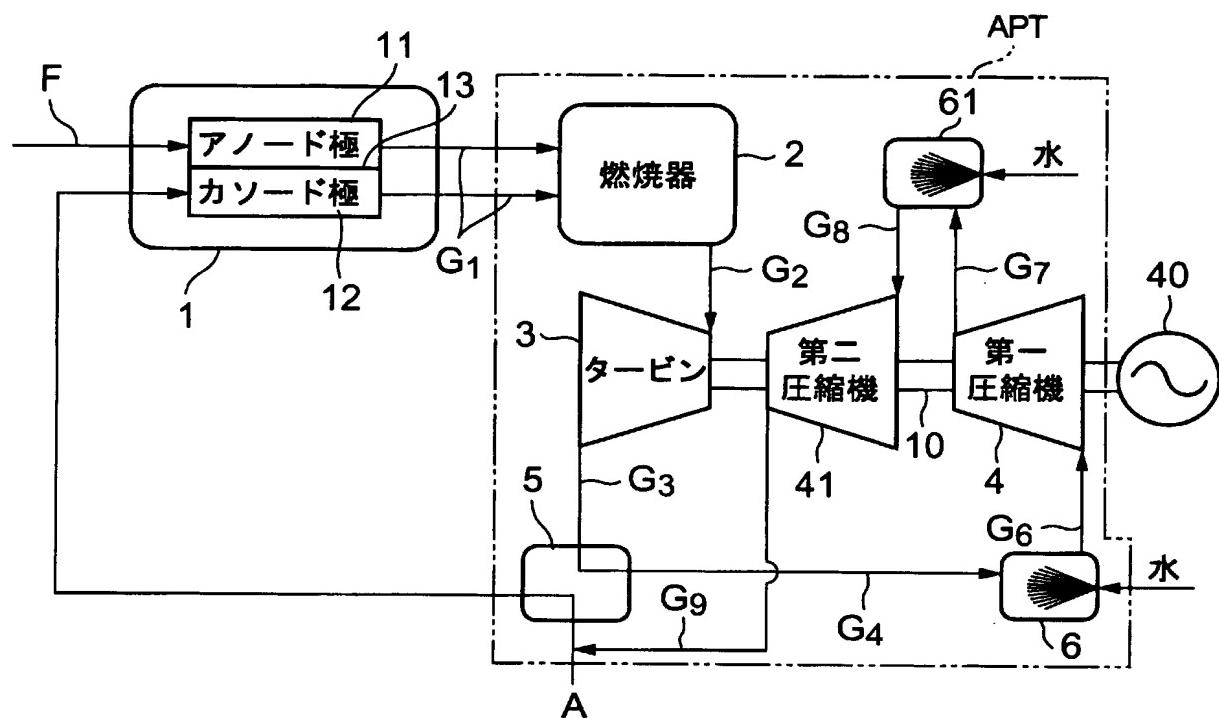
[図1]



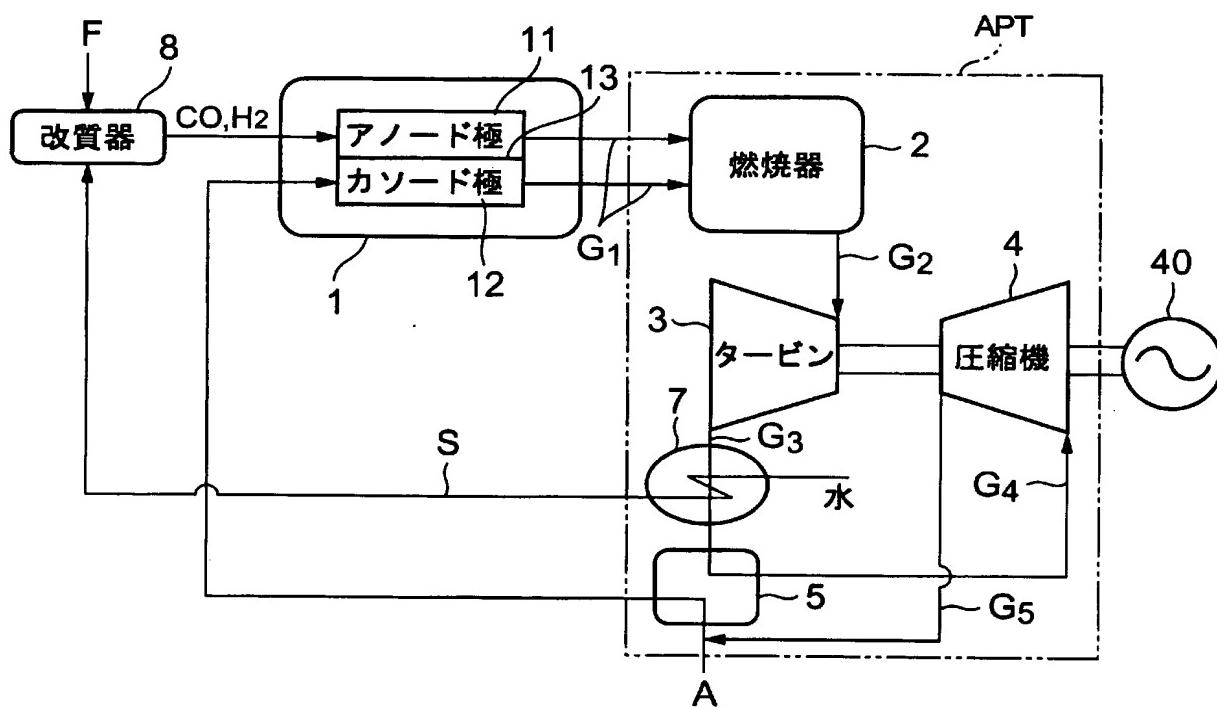
[図2]



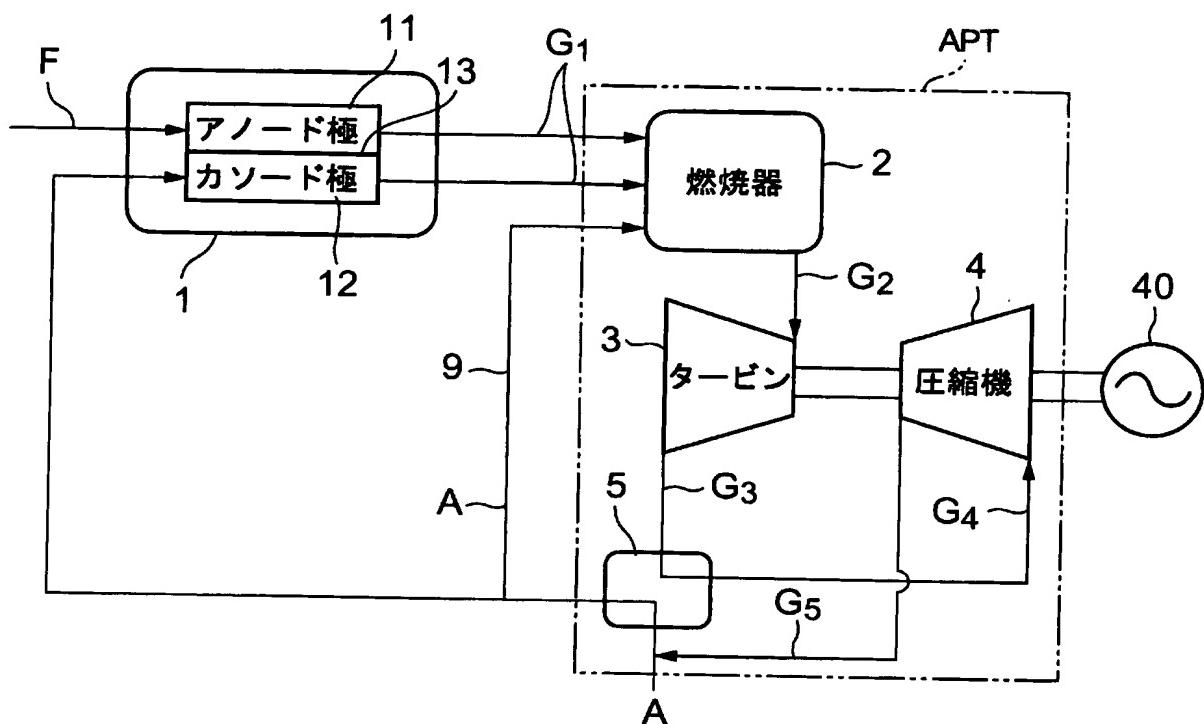
[図3]



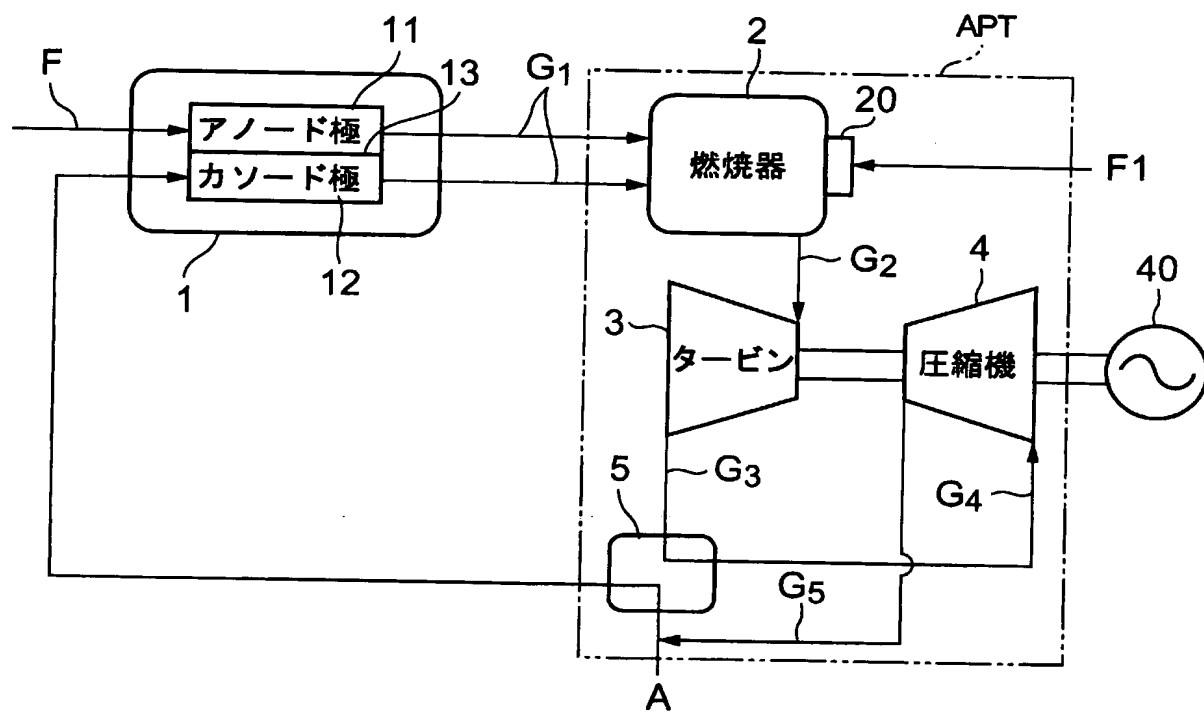
[図4]



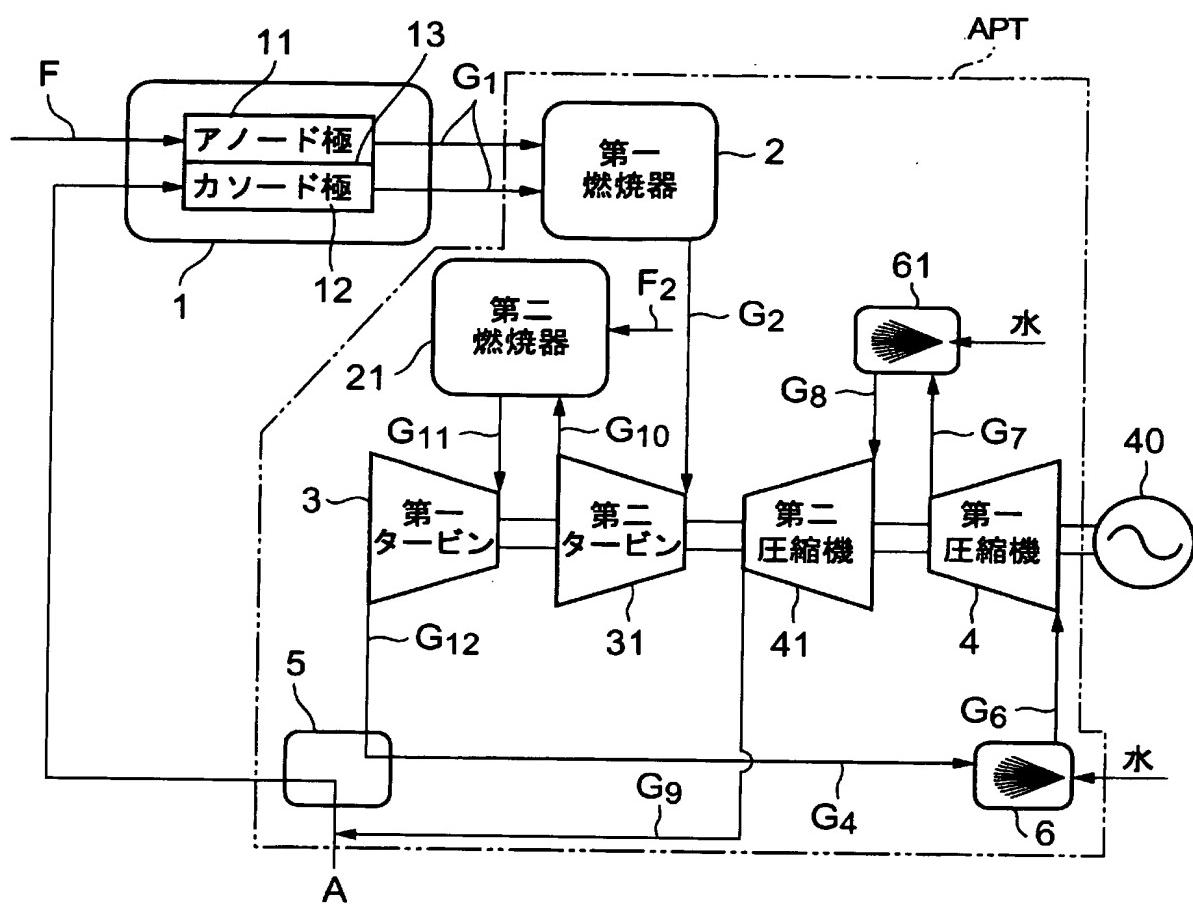
[図5]



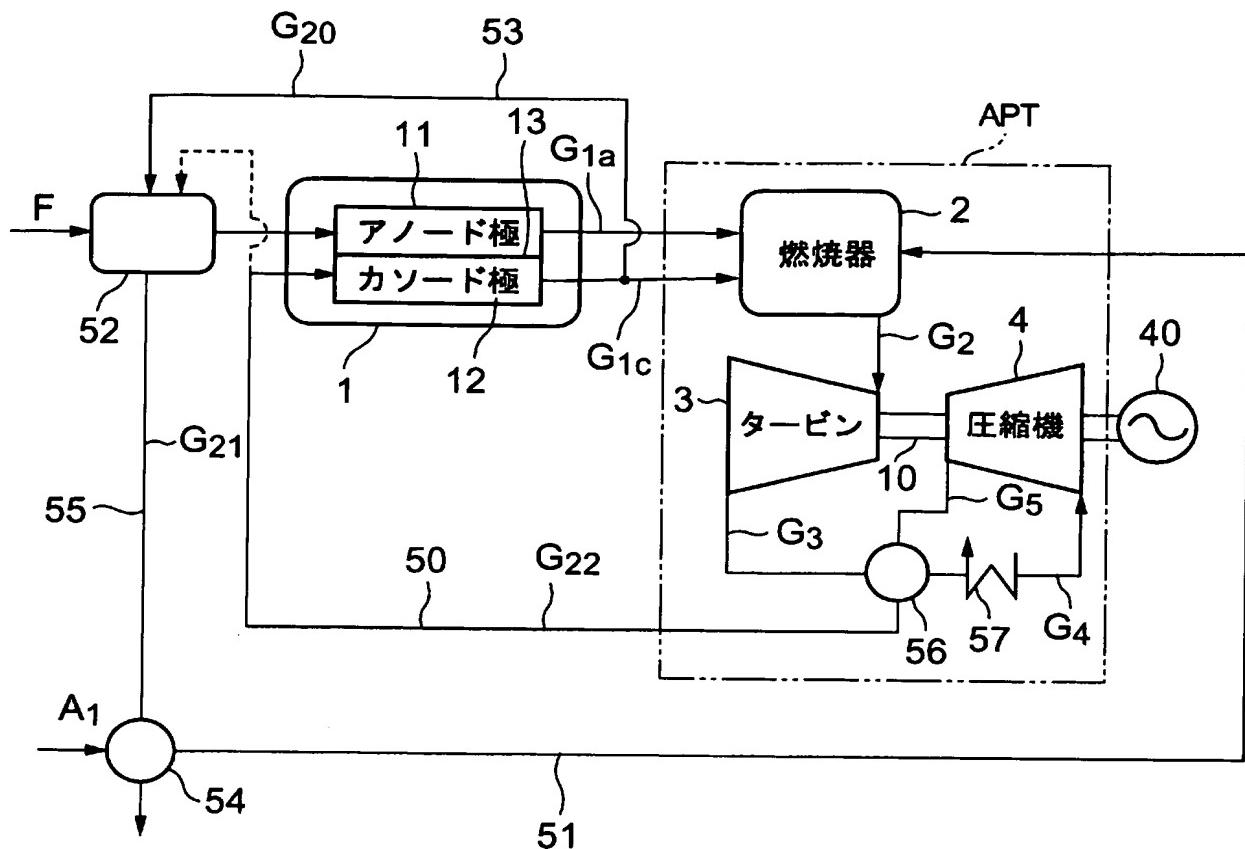
[図6]



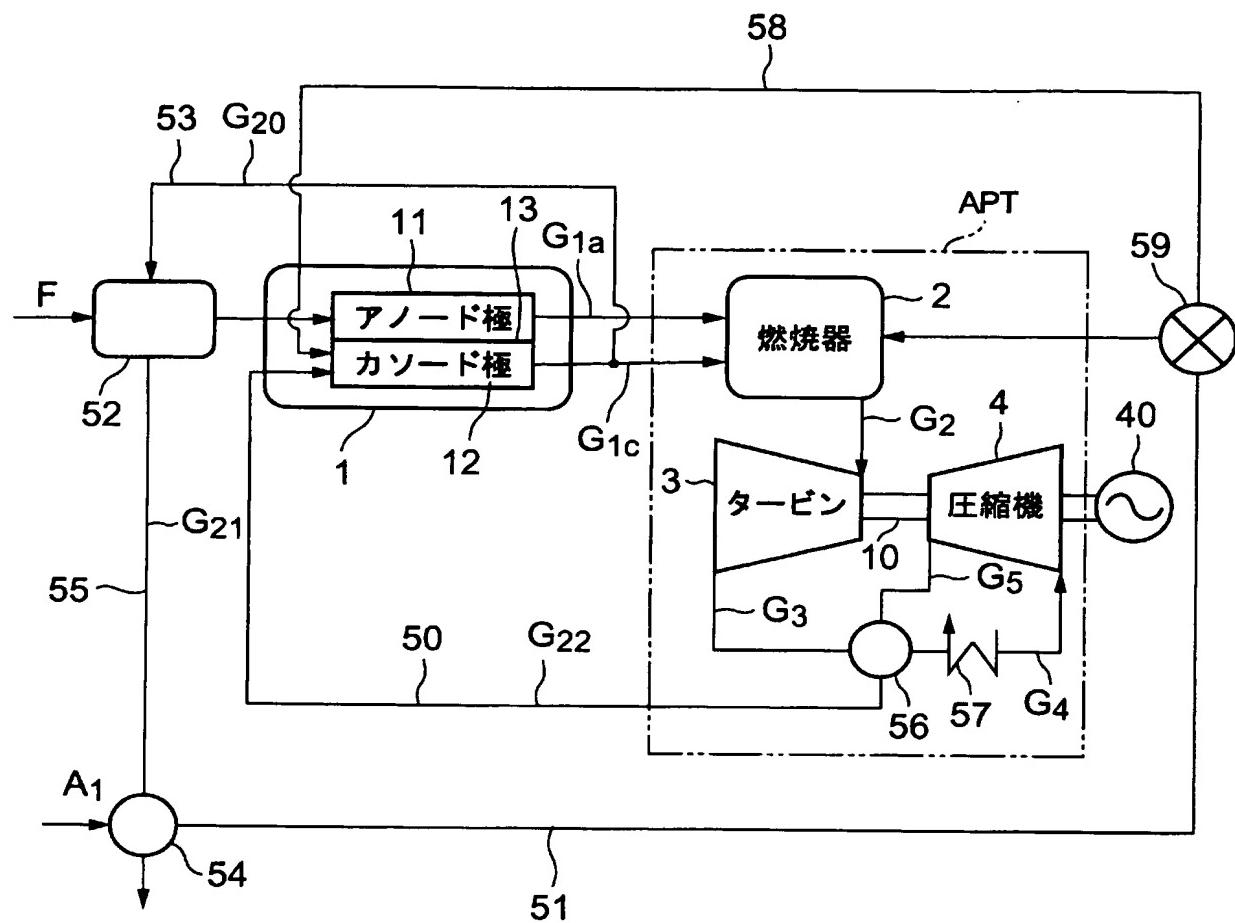
[図7]



[图8]



[図9]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/009130

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
Int.Cl<sup>7</sup> H01M8/04, 8/00, F02C6/00, 7/143

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> H01M8/04, 8/00, F02C6/00, 7/143

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004  
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-188438 A (Osaka Gas Co., Ltd.), 05 July, 2002 (05.07.02), (Family: none)	1-12
A	JP 63-216270 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 08 September, 1988 (08.09.88), (Family: none)	1-12
A	JP 8-45523 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 16 February, 1996 (16.02.96), (Family: none)	1-12
A	JP 61-128471 A (Hitachi, Ltd.), 16 June, 1986 (16.06.86), (Family: none)	4

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
27 September, 2004 (27.09.04)Date of mailing of the international search report  
19 October, 2004 (19.10.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/009130

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-228208 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 15 August, 2000 (15.08.00), (Family: none)	5, 7
A	JP 63-119163 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 23 May, 1988 (23.05.88), (Family: none)	8
P, X	JP 2003-193865 A (Kansai TLO Kabushiki Kaisha), 09 July, 2003 (09.07.03), Par. No. [0019]; Fig. 9 (Family: none)	1, 6, 9

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2004/009130

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))  
 Int. C1' H01M8/04, 8/00  
 F02C6/00, 7/143

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))  
 Int. C1' H01M8/04, 8/00  
 F02C6/00, 7/143

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

## 国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2002-188438 A (大阪瓦斯株式会社) 2002.07.05 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 63-216270 A (三菱重工業株式会社) 1988.09.08 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 8-45523 A (三菱重工業株式会社) 1996.02.16 (ファミリーなし)	1-12

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

27.09.2004

## 国際調査報告の発送日

19.10.2004

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員)

守安 太郎

4 X 9347

電話番号 03-3581-1101 内線 6721

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2004/009130

C(続き) .	関連すると認められる文献	
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 61-128471 A (株式会社日立製作所) 1986.06.16 (ファミリーなし)	4
A	JP 2000-228208 A (石川島播磨重工業株式会社) 2000.08.15 (ファミリーなし)	5, 7
A	JP 63-119163 A (三菱重工業株式会社) 1988.05.23 (ファミリーなし)	8
PX	JP 2003-193865 A (関西ティー・エル・オ一株式会社) 2003.07.09, 段落0019, 図9 (ファミリーなし)	1, 6, 9